

LA VEGETACIÓN MEDITERRÁNEA DE BAJA CALIFORNIA

Richard A. Minnich y Ernesto Franco Vizcaíno

LA PARTE NOROESTE de la península de Baja California está cubierta por pastizales mediterráneos, matorrales y bosques de coníferas similares a los de la Alta California (Rzedowski 1978; Wiggins 1980; Minnich 1987). Sin embargo, la relación entre el hombre y la naturaleza es contrastantemente distinta, debido a la conservación de los patrones tradicionales de uso del suelo. Hasta hace pocos años, las zonas naturales de Baja California se mantuvieron aisladas, por lo que la mayoría de sus ecosistemas no han sufrido la intensa explotación que se ha dado en California, y la vegetación se ha conservado casi prístina. El control de incendios casi no existe debido

a que el acceso a la mayoría de la Cordillera Peninsular bajacaliforniana todavía es solamente a pie o a caballo. Con la excepción de las praderas de montaña, el pastoreo de ganado bovino ha estado restringido por el bajo valor nutritivo de los agostaderos y la inaccesibilidad de la vegetación.

En México, a Baja California se le llamaba "La Frontera" hasta hace algunas décadas. Esta denominación puede parecer anómala en un estado moderno con ciudades grandes como Tijuana, Mexicali y Ensenada, y una extensa agricultura comercial en las planicies costeras y el Valle de Mexicali. Sin embargo, hasta el fin de la Segunda

Viñedos en el extremo oriental del Valle de Guadalupe. Al fondo se ve la Sierra Blanca, cubierta por chaparral. En el horizonte de la cima izquierda se ven las siluetas de una población de *Pinus coulteri*. En la parte mas lejana del valle se aprecian arboledas de *Quercus agrifolia*. Fotografía de Richard A. Minnich.



Guerra Mundial, el norte de Baja California permaneció casi aislado económica y políticamente, debido a su lejanía a la ciudad de México; y su desarrollo fue lento, no obstante la proximidad a la economía de California, que se encontraba en plena expansión (Henderson 1964). Por el contrario, en California los bosques fueron talados para la construcción, las operaciones mineras y el uso doméstico; los pastizales fueron objeto de un fuerte pastoreo por el ganado y se implementó la supresión de incendios desde principios del siglo XX (Lockmann 1981).

Las diferencias en el uso del suelo entre California y Baja California han producido una discrepancia significativa en la vegetación natural, y esto puede apreciarse inclusive en las imágenes de satélite y la fotografía aérea de gran altura de la NASA (Humphrey 1987; Bahre 1991). Los ecosistemas al norte de la frontera internacional han sido tan alterados que los ecólogos encuentran dificultades en determinar la naturaleza de los regímenes de disturbio en el pasado, así como la estructura y dinámica de la vegetación, mientras que hacia el sur los chaparrales y los bosques son una reminiscencia de los paisajes de California durante el siglo XIX. Las diferencias transfronterizas en los ecosistemas proporcionan una oportunidad idónea para la investigación ecológica, arrojando luz sobre la naturaleza de los cambios históricos en la vegetación de California y sobre la dinámica de la vegetación bajo el uso tradicional del suelo en Baja California.

La biota de Baja California todavía es relativamente desconocida y poco estudiada en comparación a la de California. Este artículo introductorio hace una breve revisión de los ecosistemas mediterráneos que cubren la región y de los posibles efectos que pudiera haber sobre ellos debido a los usos del suelo dentro de una economía rural tradicional.

Fisiografía y Clima

El norte de Baja California forma parte de la provincia geomórfica de la Cordillera Peninsular. Sobre la costa del Pacífico se encuentra una cadena discontinua de cerros, con alturas que van de los 1,200 a los 1,500 metros, que incluye el Cerro Bola y los montes al este de la planicie de Ensenada, orientados de norte a sur. Como a 100 km tierra adentro, se encuentra la Sierra Juárez, una altiplanicie entre 1,200 y 1,800 metros, relativamente poco escarpada. Entre los cerros de la costa y la Sierra Juárez se encuentra una serie de cuencas que incluyen los Valles de las Palmas, Guadalupe y Ojos Negros, así como la planicie entre El Alamo y Santa Catarina. El límite sur de esta zona es la falla de Agua Blanca, que recorre una serie de cerros transversales, orientados de este a oeste, entre 1,000 y 1,400 m de altura, desde Punta Banda hasta el Valle de la Trinidad y el Paso de San Matías. Más hacia el sur se encuentra la Sierra de San Pedro Mártir, una espectacular montaña compuesta de altiplanicies bordeadas por fallas, donde se encuentra el

Picacho del Diablo, la cima más alta de la península, a 3,100 metros. El frente occidental de esta cordillera tiene una extensa zona de mesetas y laderas escabrosas, bordeadas por terrazas marinas a lo largo de la costa.

El norte de Baja California se encuentra en el margen meridional de la zona de clima mediterráneo de Norteamérica. Las tormentas frontales de invierno ocasionan lluvias entre noviembre y abril. Los veranos son secos, con la excepción de las tormentas vespertinas que ocurren en las montañas. La precipitación media anual va de 200 a 350 mm en la zona de la costa, con 400 en las cimas de los cerros costeros, de 400 a 500 en el flanco oriental de la Sierra Juárez y de 500 a 700 en la Sierra de San Pedro Mártir. Las cuencas interiores a sotavento de los cerros costeros reciben entre 170 y 250 mm de lluvia. Se estima que en la Sierra Juárez la nieve representa solamente el 25% de la precipitación anual (Minnich 1986), aún en las cimas más altas. En la Sierra de San Pedro Mártir, arriba de los 2,200 m, la nieve excede el 50% de la precipitación anual.

Distribución de la Vegetación

La vegetación de Baja California norte, mapeada según el método de Minnich 1987 y 1988, muestra una zonación conspicua, similar a la que existe en California (Hanes 1988; Thorne 1988). Esto se debe a la altitud y las sombras de precipitación producidas por el terreno montañoso de la península. La superficie de los tipos de vegetación, calculada por medio de un Sistema de Información Geográfica.

Pastizales de Especies Exóticas Anuales

Los llanos costeros y las cuencas bajas están cubiertas por herbáceas introducidas, principalmente de los países que bordean el Mediterráneo (Heady 198; Hueneke y Mooney 1989). Las herbáceas dominantes incluyen *Brassica* spp., *Bromus rubens*, *B. mollis*, *Avena fatua*, *A. barbata*, *Erodium cicutarium*, *Medicago hispida*, *Hordeum* spp. *Lamarckia aurea*; y algunas especies nativas, como *Hemizonia* spp. Las praderas son más comunes en los suelos profundos de migajón y aluvión entre Tijuana y Valle de las Palmas, en las partes no cultivadas del Valle de Guadalupe y en la planicie de Ensenada, aunque también las encontramos en los valles interiores, desde Valle de las Palmas hacia el sur, a lo largo de un cinturón de pequeñas cuencas hasta Valle de Guadalupe, así como en ciertas áreas del Valle de Ojos Negros.

Aparentemente, las especies exóticas anuales han ocupado el fondo de los valles de Baja California norte por lo menos desde la mitad del Siglo XIX. En 1855 se reportó, durante la prospección de la frontera internacional, que en los valles costeros del sur de California "la avena silvestre *Avena fatua* . . . se ha naturalizado tan amplia-

Áreas de los Tipos de Vegetación

(Esta revisión empieza con las comunidades vegetales costeras y continúa tierra adentro hacia el este, cruzando los cerros de la costa y las cuencas interiores hasta las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir).

Tipo de Vegetación	Área (ha)
Comunidades Herbáceas	
Pastizal de exóticas anuales	77,000
Praderas de montaña	8,900
Matorrales	
Matorral costero	561,300
Matorral desértico marítimo	306,100
Matorral de <i>Artemisia tridentata</i>	5,800
Chaparral de chamizo	311,300
Chaparral de chamizo-huata	183,200
Chaparral de chamizo colorado	135,200
Chaparral mixto	91,100
Chaparral de manzanita peninsular	11,800
Chaparral de bosque	21,192
Bosque de Coníferas de Cono Cerrado	
Bosque de <i>Pinus attenuata</i>	400
Bosque de <i>Pinus muricata</i>	<100
Ciprés de Tecate	1,200
Ciprés de Arizona	<100
Bosque de <i>Pinus coulteri</i>	700
Bosque de Maderas Duras	
Bosque ripario	6,000
Encinal de <i>Quercus agrifolia</i>	24,800
Encinal de <i>Quercus chrysolepis</i>	9,100
Encinal de <i>Quercus peninsularis</i>	12,000
Alamillo	464
Bosque de Coníferas	
Piñonero (<i>P. quadrifolia</i>)/chaparral de chamizo	58,700
Piñonero/chaparral de chamizo colorado	75,300
Piñonero/huata	12,100
Piñonero/chaparral desértico	53,100
Bosque mixto de piñoneros (<i>P. quadrifolia</i> / <i>P. monophylla</i>)	53,600
Piñonero de una aguja (<i>P. monophylla</i>)	44,600
Pino jeffrey	47,700
Pino jeffrey mixto	19,600
Abeto blanco mixto	3,400
Cedro incienso	600
Ciprés de montaña	800
<i>Pinus contorta</i>	1,000

mente, que a cualquier terreno fértil le da la apariencia de un campo cultivado . . . ” (Parry 1859). Orcutt (1886a) describe especies exóticas introducidas el siglo anterior por los misioneros franciscanos en la base de los valles del norte de Baja California. En San Vicente observó el uso de la mostaza, aparentemente *Brassica nigra*, en la construcción de cabañas. También describe una cubierta delgada de alfilerillo, *Erodium cicutarium*, al este de El Rosario y en los alrededores de una colonia agrícola cerca de San Quintín. Además, observó *Trifolium* sp. en San Quintín. William N. Gabb, en su reporte a J. Ross Browne en 1867, considera que las praderas de las áreas no cultivadas del Valle de Guadalupe, aparentemente de *Avena fatua*, no tenían igual en Baja California norte (Orcutt 1886b). Una segunda oleada de especies exóticas, introducida alrededor de 1890, que incluye *Bromus rubens*, *B. diandrus*, *Avena barbata* y *Brassica geniculata* (Heady 1988), se ha extendido sobre una área cada vez más amplia, especialmente desde la década de los cincuenta.

Las especies exóticas anuales parecen haber reemplazado a las herbáceas nativas existentes en la época de la llegada de los europeos, a finales del Siglo XVIII, de manera similar a lo ocurrido en California (Heady 1988). Los diarios de Crespi y Serra describen extensos “pastizales” y “praderas” en los valles de San Vicente, Santo Tomás, Ensenada, Guadalupe y las terrazas costeras al sur de Tijuana (Bolton 1927; Tibesar 1955). Orcutt, durante su viajes al norte de Baja California durante la década de 1880, antes del arribo de la “segunda oleada” de especies exóticas, describe que las faldas de los cerros y las mesetas de Tijuana, Ensenada, el Cañón de San Telmo y el este de El Rosario tenían una amplia cubierta de flores silvestres (Orcutt 1886a,b). Sobre la costa encontró muchas especies de *Eschscholzia*, *Lasthenia*, *Layia*, *Phacelia*, *Delphinium*, *Astragalus*, *Cryptantha*, *Perityle*, *Oenothera*, *Camissonia*, *Lotus*, *Calochortus* y *Penstemon*. No describe *Stipa* u otros zacates nativos. Es posible que las exóticas franciscanas hayan desplazado a las herbáceas de hoja ancha más que a los pastizales, de manera similar a lo ocurrido en la zona semiárida del sur del Valle de San Joaquín (Wester 1981). Las ambigüedades de la botánica española del fin del Siglo XVIII arrojan poca luz sobre la vegetación herbácea pre-europea. En sus diarios, los exploradores españoles utilizaban la palabra “pasto”, un término cultural relacionado con forraje para el ganado, que se puede interpretar más bien como “cobertura herbácea”. Estos relatos no permiten saber si la vegetación no leñosa estaba constituida por zacates o por hierbas de hoja ancha.

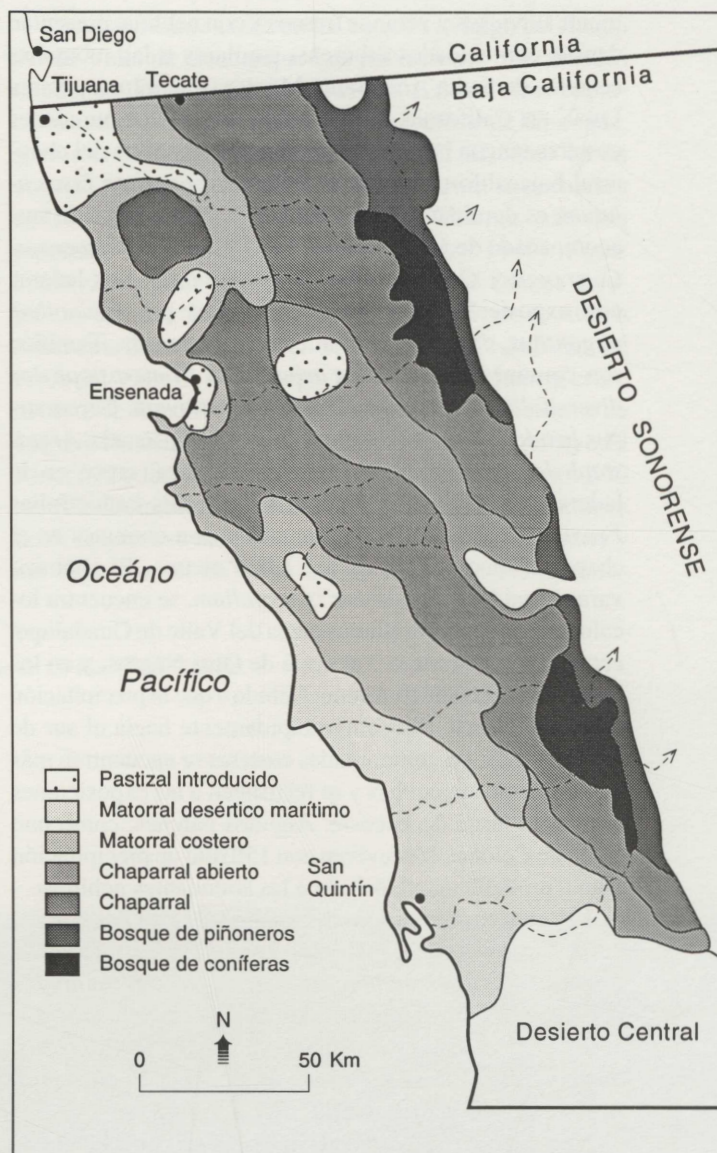
Matorral Costero/Matorral Desértico Marítimo

Las zonas montañosas abajo de 1000 metros están cubiertas por matorral costero, comunidad que consiste en una mezcla de sub-arbustos aromáticos caducifolios de

0.5 a 1.5 metros de altura, entreverados con algunos arbustos tanto perennifolios como caducifolios y una pequeña proporción de especies suculentas. El matorral costero es común en los cerros de la costa desde la frontera internacional hasta Santo Tomás y San Vicente. También se extiende hacia las cuencas interiores al norte del Valle de Guadalupe, en las faldas de los cerros alrededor de San Vicente y en las estribaciones de la Sierra de San Pedro Mártir, al oriente de la costa de San Quintín. El matorral costero casi no se encuentra en las cuencas interiores altas, como Ojos Negros, Santa Catarina y Valle de la Trinidad. Los sub-arbustos importantes incluyen *Artemisia californica*, *Eriogonum fasciculatum*, *Salvia munzii*, *Salvia mellifera*, *Lotus scoparius*, *Viguiera laciniata*, *Cneoridium dumosum* y *Encelia californica*. Hacia el sur de los Valles del Descanso y Las Palmas se encuentran dos arbustos caducifolios leñosos, *Fraxinus trifoliata* y *Aesculus parryi*, que crecen abundantemente en las laderas orientadas al norte. El matorral costero también contiene unos pocos arbustos esclerófilos perennifolios, notablemente *Malosma laurina*, *Rhus integrifolia* y *Simmondsia chinensis* (Minnich 1983; Peinado et al. 1995).

Hacia el sur de una línea desde Punta Banda a San Vicente, el matorral costero es reemplazado por el matorral desértico marítimo, que también presenta una cobertura no interrumpida de subarbustos, pero con mayor riqueza en suculentas (Mooney, 1988; Peinado et al. 1995). Las especies importantes incluyen las dominantes del matorral costero, así como los subarbustos de una distribución más sureña, como *Viguiera laciniata*, *Ambrosia chenopodiifolia*, *Rosa minutifolia* y *Prunus fasciculata*. Los arbustos perennifolios más comunes son las especies desérticas *Ephedra nevadensis* y *Simmondsia chinensis*, pero *Malosma laurina* y *Rhus integrifolia* también son abundantes en los arroyos. Las cactáceas importantes incluyen *Bergerocactus emoryi*, *Machaerocereus gummosus*, *Myrtillocactus cochal*, *Mammillaria dioca* y varias especies de *Opuntia*. La suculencia es más pronunciada en las vertientes con exposición al sur. Cerca de El Rosario, el matorral desértico marítimo da lugar al matorral del Desierto Sonorense. Los subarbustos se hacen aún más dispersos y la suculencia es más pronunciada. En esta área se encuentran las poblaciones más norteñas de cirio (*Fouquieria columnaris*) y cardón (*Pachycereus pringlei*), las suculentas arbóreas más conspicuas del Desierto Central. En la Sierra de San Pedro Mártir, arriba de los 1,000 metros, el matorral de desierto marítimo se convierte en matorral costero dominado por *Eriogonum fasciculatum* y *Salvia apiana*.

La urbanización ha ejercido una presión menor en Baja California que en el sur de California sobre los matorrales costero y desértico marítimo. En Tijuana y Ensenada, así como a lo largo de la carretera costera entre las dos ciudades, se han urbanizado algunas zonas de matorral. Sin embargo, la mayor amenaza ha sido el desmonte para la agricultura. El ejemplo más reciente es la extensa



Tipos principales de vegetación del noroeste de Baja California.

conversión del matorral desértico marítimo para las plantaciones de hortalizas de riego sobre la planicie costera de San Quintín. Actualmente el norte de Baja California tiene los matorrales costeros más extensos de las Californias.

Chaparral

Con la posible excepción de la Cordillera Transversa y la Cordillera Peninsular del sur de California, Baja California norte tiene la mayor superficie de chaparral sobre la costa del Pacífico. La estructura física y la composición de especies de esta comunidad cambia con la elevación, la exposición de la pendiente y la distancia al Océano Pacífico (Minnich 1983; Peinado et al. 1995; Minnich y Bahre 1995). Los cerros de la costa, con inviernos moderada-

mente lluviosos y veranos frescos y con neblina, presentan densas comunidades arbóreas, similares a las montañas costeras de Santa Ana, Santa Mónica, Santa Inez y Santa Lucía en California. Es probable que las comunidades costeras tengan la mayor diversidad de especies del chaparral bajacaliforniano. El chamizo, *Adenostoma fasciculatum*, es dominante en las vertientes con exposición sur; acompañado de *Malosma laurina*, *Ceanothus verrocosus*, *C. greggii* y *Ornithostaphylos oppositifolia*. Las laderas con exposición norte están dominadas por *Ceanothus oliganthus*, especialmente al este de Ensenada. También son comunes *Heteromeles arbutifolia*, *Comerostaphylos diversifolia*, *Xylococcus bicolor* y *Rhus ovata*. *Cercocarpus betuloides* es importante al norte de Ensenada. *Arctostaphylos bolensis*, una especie endémica, crece en la ladera este del Cerro Bola. Las especies caducifolias *Fraxinus trifoliata* y *Aesculus parryi* son comunes en el chaparral mixto abajo de los 1,000 metros. El chamizo vara colorada, *Adenostoma sparsifolium*, se encuentra localmente en la Sierra Blanca cerca del Valle de Guadalupe, cercano a la Carretera 3 al oeste de Ojos Negros, y en los picos al noroeste de El Alamo. Debido a que la precipitación cerca del océano disminuye rápidamente hacia el sur de Santo Tomás, las comunidades costeras se encuentran más comúnmente en parches y se restringen a las exposiciones norte a lo largo de la costa. Algunos parches, como uno cerca de Colonet, sobreviven con 150 mm de precipitación anual, probablemente debido a las abundantes neblinas.

Las cuencas semiáridas del interior, desde Ojos Negros hasta Santa Catarina, presentan comunidades abiertas de *Adenostoma fasciculatum* en asociación con *Juniperus californica*. Estas comunidades tienen muchos arbustos desérticos y especies suculentas como *Ephedra nevadensis*, *Simmondsia chinensis*, *Prunus fasciculata*, *P. fremontii*, *Acacia greggii* y *Yucca schidigera*.

Más adentro, las vertientes méxicas en el occidente de las Sierras Juárez y San Pedro Mártir presentan un segundo cinturón de chaparral denso, pero con menor diversidad de especies que en los cerros costeros. La mayoría de estas comunidades consisten principalmente de dos especies, *Adenostoma fasciculatum* y *Ceanothus greggii* var. *perplexans*, con parches de chamizo vara colorada, *A. sparsifolium*, en las áreas de sustrato granítico.

Mientras que *A. fasciculatum* se encuentra abundantemente en la Sierra de Juárez, *A. sparsifolium* se concentra en las altiplanicies al norte de Santa Catarina, el flanco occidental de la Sierra de San Pedro Mártir y entre El Alamo y Santa Catarina. En ambas comunidades, otros arbustos y especies suculentas como *Rhus ovata*, *Arctostaphylos pungens*, *A. pringlei*, *Quercus dumosa*, *Eriogonum fasciculatum* y *Yucca schidigera* forman una cobertura rala, usualmente menor al 1%. En las partes más altas, desde Tecate a Laguna Hanson (1,200 m), se encuentran pequeñas áreas de chaparral mixto dominado por *Ceanothus leucodermis*, *Arctostaphylos glandulosa* y *A. glauca*. Al sur de la Sierra de Juárez y en la Sierra de

San Pedro Mártir, el chaparral mixto es reemplazado por chaparral de manzanita peninsular, invariablemente dominado por comunidades de *Arctostaphylos peninsularis*.

Los escarpes orientales semiáridos de la Cordillera Peninsular entre 1,000 y 2,300 metros albergan comunidades abiertas de chaparral desértico que crece en asociación con los bosques de los pinos piñoneros *Pinus quadrifolia* y *P. monophylla*. Los arbustos comunes incluyen *Quercus turbinella*, *Q. cornelius-mulleri*, *Q. cedroensis*, *Rhus ovata*, *Rhamnus crocea*, *Prunus ilicifolia*, *Ceanothus greggii* y algunas especies de hoja suculenta, como *Yucca schidigera*, *Nolina parryi* y *Agave deserti*.

Los encinos perennifolios son sorprendentemente infrecuentes en el chaparral. *Quercus dumosa* es común solamente cerca de Tecate y en los cerros costeros hacia el sur, hasta Ensenada. Entre las especies arbóreas, *Quercus wislizenii* se ha encontrado solamente en la Sierra Blanca, al noroeste de Laguna Hanson, y en tres localidades en la ladera occidental de la Sierra de San Pedro Mártir, cerca de los 1,600 metros (para las distribuciones de árboles en Baja California, ver Minnich 1987). Un ecotipo arbustivo y de hoja pequeña de *Q. chrysolepis* prospera en las laderas pronunciadas con exposición al sur y en los cañones, en las partes más altas del área de chaparral. Unas cuantas poblaciones crecen en las cimas de los cerros costeros, incluyendo la Sierra Blanca y Cerro Los Pinos. En la Sierra de Juárez, *Q. chrysolepis* se encuentra sobre las cimas rocosas que se levantan de la planicie de la Sierra y en las partes altas de las mesetas volcánicas hacia el sur. En la Sierra de San Pedro Mártir es más generalizado como sotobosque en los bosques mixtos de coníferas.

El chaparral no está limitado a las zonas de clima mediterráneo de la península. Algunas comunidades se encuentran en las cimas de las montañas del Desierto Central, incluyendo las Sierras de San Borja, la Asamblea y Libertad, así como en el Volcán de las Tres Vírgenes. *Malosma laurina*, *Prunus ilicifolia* y *Heteromeles arbutifolia* ocurren aún más hacia el sur, en la Sierra de la Giganta y la Laguna.

El chaparral de la parte norte de la península puede considerarse un ecosistema ejemplar funcionando bajo disturbio natural. No habiendo supresión de incendios, los fuegos son numerosos y relativamente pequeños, mientras que en California la reducción en el número de incendios través de la supresión ha aumentado el tamaño y la intensidad de estos eventos (Minnich y Chou, 1997), es decir, existe una relación inversa entre la frecuencia y el tamaño de los incendios. Los incendios sólo ocurren cuando hay una acumulación suficiente de combustible, por lo que la posibilidad de un evento es un factor que depende del tiempo. En la mayoría de los casos, el fuego se detiene cuando llega a una zona quemada recientemente, donde no hay suficiente combustible para que el incendio continúe. Los periodos de retorno de los incendios son aproximadamente iguales en ambos países, alrededor de 55 años.

Bosque de Coníferas de Cono Cerrado

El chaparral que cubre los cerros costeros contiene numerosas colonias pequeñas de bosque de coníferas de cono cerrado. El ciprés de Tecate, *Cupressus forbesii*, es común en Otay Mountain y el Pico Tecate sobre la frontera internacional, así como en el Cerro Bola y en cerros al este de los llanos costeros de Ensenada (Minnich 1987). Esta especie también ocurre en algunas cimas al suroeste de San Vicente y en las faldas de los cerros al este de la planicie costera de San Quintín. El ciprés de Arizona, *Cupressus arizonica* var. *stephensonii*, crece localmente a lo largo de Cañada el Rincón y sobre las mesetas adyacentes al este de Santa Catarina, al sur de la Sierra de Juárez (Moran 1977). Esta población es aparentemente conspecífica con el ciprés de Cuyamaca (*Cupressus arizonica*) que se encuentra en las laderas occidentales de Cuyamaca Peak en el Condado de San Diego.

Pinus attenuata crece en los cerros a lo largo del flanco sur de Valle de Guadalupe. Las poblaciones más grandes se encuentran en el Cerro Miracielo. Existen otras poblaciones en el Cerro Los Pinos, 35 km al sureste de Ensenada, y en una cima al oeste de San Vicente, así como en un cerro al sur de Santo Tomás. *Pinus muricata* se encuentra en los riscos de la costa al oeste de San Vicente, y ha sido reportado en Punta San Quintín (Gentry 1949). *Pinus coulteri*, un pino parcialmente serotino, se conoce solamente en seis localidades. Sobre los cerros costeros solamente lo encontramos en Sierra Blanca, a 1,300 metros, cerca del Valle de Guadalupe. En la Sierra de Juárez, crece al oeste de Rancho San Faustino, en un pico al noroeste de Laguna Hanson y en las mesetas volcánicas de Arroyo El Rincón. Todas estas colonias ocurren entre 1,200 y 1,500 metros. En la Sierra de San Pedro Mártir, las poblaciones de *P. coulteri* se hallan solamente en los extremos norte y sur de la sierra, en sitios tan apartados de los caminos

Bosque piñonero de *Pinus quadrifolia* y *P. monophylla* sobre la altiplanicie de La Rumorosa-El Topo.



principales que no fueron encontrados hasta 1986 (Minnich 1987).

En Baja California, la fotografía aérea repetida demuestra que *Cupressus forbesii* y *Pinus attenuata* forman poblaciones de edad uniforme con varios grados de madurez dentro de la estructura de parches del chaparral. Esto sugiere que estas coníferas han sido exitosas durante este siglo con un régimen de incendios de reemplazo de poblaciones. Varios estudios en California indican que los incendios de reemplazo de poblaciones pueden ser característicos de los bosques de cono cerrado debido a su asociación con el combustible abundante y continuo del chaparral (Vale 1979; Borchert 1985). Estos árboles también responden al fuego con un gran esfuerzo reproductivo y alta capacidad de colonización (revisión de Vogl et al. 1988), ya que las plántulas germinan de semillas retenidas en los conos serotinos de los árboles muertos por el fuego. Por lo tanto, estas especies podrían no ser afectadas por los incendios de mayor intensidad generados por la supresión de incendios. Los datos de los perímetros de incendios en Baja California revelan que el fuego pocas veces ocurre dentro de un periodo de 20 años.

El riesgo más grande para los bosques de cono cerrado de Baja California puede ser la tala para la recolección de leña. Sin embargo, la mayoría de las comunidades están protegidas dentro de un chaparral impenetrable. La frecuente ocurrencia de lugares con nombres como "Ciprés" y "Pino" en las cartas topográficas INEGI mexicanas indican que estos bosques son apreciados por los mexicanos. Es común ver cipreses nativos cuidadosamente podados en forma arbórea en los ranchos.

Quizás el mayor valor de los bosques de cono cerrado puede ser como recurso genético. Los bosques fragmentados de cono cerrado en Baja California norte pueden haber estado aislados de las poblaciones vecinas en California por largo tiempo. Por ejemplo, Moran (1977) observó que los conos de *P. coulteri* en el sur de la Sierra de Juárez son inusualmente pequeños para la especie. Tom Ledig, un genetista de especies forestales de Berkeley, California, declara que existe más diversidad genética entre las pocas poblaciones de Baja California norte que en todos los bosques de California. El sugiere que solamente una raza se dispersó hacia el norte en California después de la última glaciación. En algunas observaciones de *P. attenuata* en el Cerro Los Pinos, los árboles parecen ser inusualmente altos y de ramas cortas, en comparación con los de California.

Bosque Ripario

Fuera de las zonas de montaña, los bosques altos de Baja California están limitados a los ecosistemas riparios. *Populus fremontii*, *Platanus racemosa* y *Salix* spp. se encuentran abundantemente en las Cordillera Peninsular y cerros costeros de Baja California norte. *Populus* y *Salix*

también crecen en los arroyos del lado del Desierto Sonorense, así como el delta del Río Colorado. Los oasis de *Washingtonia filifera* y *Brahea armata* se encuentran en sitios húmedos en muchos arroyos desérticos del escarpe oriental de la Sierra Juárez, y tanto en el flanco costero como en el lado del desierto en la parte sur de la Sierra de San Pedro Mártir. Una población aislada de *W. filifera* fue reportada por primera vez por Orcutt en la vertiente del lado del Pacífico en Valle de las Palmas (Orcutt 1883). En los ecosistemas riparios son escasas otras especies arborescentes. *Populus trichocarpa* ocurre en la Sierra de San Pedro Mártir sobre el Arroyo de La Grulla y el Río de San Rafael. Se ha colectado *Fraxinus velutina* solamente en los arroyos del desierto en la parte sur de esa sierra.

En comparación con California, la diversidad de especies en los bosques riparios de Baja California norte es baja. Varios árboles californianos llegan casi hasta la frontera internacional, pero no cruzan al lado mexicano (Griffin y Critchfield 1976; Minnich 1982). Los límites sureños de *Acer macrophyllum* y *Umbellularia californica* están en el Condado de San Diego. *Alnus rhombifolia*, cuyo límite meridional esta en Mount Cuyamaca en el Condado de San Diego, ha sido reportado por equivocación en Baja California norte (Wiggins 1980). Esto se puede deber a una error en la traducción de la palabra "aliso" de los diarios españoles del Siglo XVIII. En México, esta palabra también puede referirse a *Platanus* spp. Nosotros hemos observado que los reportes de "aliso" en los diarios españoles se refieren consistentemente a colonias de *Platanus racemosa*. De manera similar, el uso de "madroño" por los españoles puede ser la razón de que sea haya incluido a *Arbutus menziesii* como una especie corriente en las Sierras de Juárez y San Pedro Mártir (Wiggins 1980). Sin embargo, *A. menziesii* no ha sido colectado en Baja California; y su límite sur está en Mount Palomar en el Condado de San Diego (Griffin y Critchfield 1976). Creemos que los diarios españoles se referían a *Arctostaphylos* spp., las cuales son similares al madroño fresa, *Arbutus unedo*, en su follaje, inflorescencia y corteza lisa de color café-rojizo, que es abundante en la cuenca del Mediterráneo; o posiblemente a *Arbutus andrachne*, que ocurre en la parte occidental de dicha cuenca (Minnich 1987).

La pobreza florística de los bosques riparios de Baja California norte puede ser un producto de la frecuente remoción de las poblaciones debido a la variabilidad natural del clima. Las especies riparias se destacan por su capacidad de dispersión de semillas a larga distancia, como una adaptación a la fragmentación de hábitats con humedad adecuada en las zonas secas. Baja California se encuentra en el margen meridional de las tormentas frontales de invierno, por lo que la sequía, suficientemente severa como para agostar los propios arroyos, puede ser particularmente importante en la región. De hecho, la frecuencia de inviernos sin precipitación significativa aumenta desde aproximadamente una vez por siglo cerca de la

frontera internacional a una vez por década en San Quintín. *Populus fremontii* y *Salix* spp., los árboles riparios con distribución más amplia, tienen semillas anémofilas, capaces de establecer nuevas colonias rápidamente a largas distancias. La recolonización puede ser menos eficiente entre las especies con semillas pesadas que tienen alas, o entre los árboles de fruto, y eso puede explicar su ausencia en Baja California. Solamente *Platanus racemosa* sobrevive a lo largo de la costa del Pacífico, generalmente al norte de San Vicente.

Encinales

El encino verde, *Quercus agrifolia*, se limita casi enteramente a los arroyos y márgenes de las cuencas, en contraste con los extensos bosques de las montañas costeras de California. Este encino es más común en el flanco occidental de la Sierra Juárez hacia el sur, hasta Laguna Hanson; y en las montañas costeras hacia el sur, hasta Santo Tomás. También se presentan unas pocas poblaciones en la cordillera transversa, de Santo Tomás hasta cerca de Valle de la Trinidad. La especie tiene su límite sureño en el escarpe occidental de la Sierra de San Pedro Mártir. A pesar de que en California existen muchas poblaciones pequeñas del encino azul, *Quercus engelmannii*, incluso hasta un kilómetro al norte de la frontera internacional, en el lado mexicano solamente existe una población, 4 kilómetros al sur de Tecate.

Durante los últimos 40 años, las políticas mexicanas de conservación han hecho hincapié en la protección de las especies de *Quercus*, que tiene su máxima diversidad en el país. Las prácticas de conservación se deben en parte a la intensa explotación de los encinos por varios siglos en el interior del país. Es muy probable que en Baja California el impacto del corte de leña para uso casero haya sido muy local y tenido poca importancia regional, ya que la introducción de gas propano como combustible doméstico ocurrió antes del crecimiento explosivo de las ciudades fronterizas después de la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, es posible que *Quercus engelmannii* haya sido erradicado de la Sierra Juárez cerca de la frontera internacional, especialmente cerca de Tecate, donde la demanda para leña puede haber sido intensa. Esta especie no rebrota fácilmente después de un disturbio; lo que es típico de los encinos caducifolios, y quizás sea fuertemente afectado por la poda. Es poco probable que *Q. engelmannii* haya sido abundante alguna vez en el lado mexicano. Aunque hay extensas arboledas de encino azul en el Condado de San Diego, desde Mount Palomar hasta el flanco occidental de Mount Cuyamaca, es muy escaso al sur de la Carretera Interestatal No. 8 (Griffin y Critchfield 1976).

Las fotografías aéreas repetidas en Baja California desde 1938 muestran pocas evidencias de que *Q. agrifolia* haya sido talado para leña o construcción. Sin embargo, el pastoreo intenso en las cuencas cercanas a la áreas pobladas

parece eliminar el reclutamiento. Un ejemplo pueden ser los bosques entre Tecate y Neji, los cuales están compuestos de poblaciones abiertas de árboles viejos. En cambio, las poblaciones remotas, como las que ocurren en el Arroyo El Barbón y en las faldas occidentales de la Sierra de San Pedro Mártir, están experimentando fuerte reclutamiento.

Bosque de Pino Piñonero

En el interior de la Cordillera Peninsular, arriba de los 1,300 metros, se encuentran numerosos bosques de dos especies de pinos piñoneros, *Pinus quadrifolia* y *P. monophylla*. Baja California norte es el centro de distribución de *P. quadrifolia*, ya que solamente unas pocas poblaciones dispersas existen al norte de la frontera internacional, en las Montañas de la Laguna en el Condado de San Diego, y en el Monte San Jacinto. *P. quadrifolia* crece en poblaciones pequeñas y compactas en medio de comunidades maduras y muy densas de chaparral de chamizo de vara prieta, vara colorada o manzanita peninsular. Se pueden encontrar parches en la cresta de la Sierra Juárez, en las cuencas interiores desde Ojos Negros hasta Santa Catarina, en las mesetas al sur de la Sierra Juárez y en el flanco occidental de la Sierra de San Pedro Mártir, que es el límite sur de la especie. En los escarpes orientales de la Cordillera Peninsular encontramos bosques continuos de piñón asociados con chaparral desértico, en los que la dominancia cambia de *P. quadrifolia* a *P. monophylla* hacia la orilla del desierto. La población más grande de *P. quadrifolia* crece en la parte superior del acantilado este de la Sierra de San Pedro Mártir, arriba de los 1,500 metros.

La amplia distribución de los bosques de pino piñonero en Baja California norte ya se conocía a fines del Siglo XIX. Lemmon reportó en el *Lower Californian* (3 de junio, 1892) que "los bosques de piñón, compuestos de *Pinus parryana* o *Pinus quadrifolia* . . . [empiezan] unas pocas millas al sur de la frontera . . . y se extienden hacia el sur a lo largo de las costillas de la península, con solo unos pocos claros, hasta la punta sur de la Sierra de San Pedro Mártir". También reportó que "otro pino piñonero, *P. monophylla*, mantiene una precaria existencia a lo largo de los precipicios desérticos".

En los bosques de pino piñonero existe un régimen de incendios de reemplazo de poblaciones a intervalos desde 125 años hasta varios siglos (Minnich y Chou 1997), parecido al de California (Wangler y Minnich 1996). Los largos intervalos se deben a la baja productividad de este ecosistema semiárido. Los bosques fragmentados de *P. quadrifolia* de la vertiente del Pacífico probablemente se queman a intervalos de 50-70 años, de manera similar al chaparral.

Para los nativos, el uso principal de este ecosistema era la cosecha de piñón en el otoño. Tan recientemente como a mediados del siglo XX, las tribus de Paipai y Kiliwa re-



Chaparral de chamizo y manzanita sobre el Arroyo El Barbón, en la vertiente occidental de la Sierra Juárez.

cogían piñón en las montañas cerca de Paso San Matías (Meigs 1935, 1939). Los Kiliwa colectaban piñón hasta hace una década, cuando les quemaron su piñonal, mientras que los Paipai siguen practicando la recolección hasta la fecha (Estrada, 1997, Com. Pers.). Indudablemente, los usos del suelo de tipo europeo tuvieron un impacto local sobre este ecosistema. *Pinus quadrifolia* y *Juniperus californica* se utilizaron para la construcción y como combustible en los hornos para fundir oro en Japú, Tres Pozos, y El Alamo (Chaput, Mason y Loperena 1992). Sin embargo, la demanda de leña para tales procesos como fundición, trituración y bombeo fueron limitados porque casi todos los yacimientos auríferos eran placeres. Todas las minas se acabaron en unos pocos años después de su descubrimiento. Actualmente, los bosques piñoneros en la altiplanicie de la

Sierra Juárez están ocupados por unos pocos ranchos ganaderos, mientras que las comunidades del acantilado este de la Sierra de San Pedro Mártir nunca han sido pobladas. Los rancheros han utilizado los piñoneros, así como la huata (*Juniperus californica*) y el chamizo vara colorada para hacer postes y construir potreros desde los primeros años del siglo XIX, pero se desconoce el impacto de la construcción y mantenimiento de tal infraestructura. El uso de madera puede haber sido ligero porque la mayoría de las montañas se han utilizado para el pastoreo hasta recientemente. La mayoría de los cercos se construyeron para subdividir las mejores praderas y los ranchos.

Hemos observado la cosecha local de leña de piñón en la Sierra de San Pedro Mártir para uso en San Felipe. Sin embargo, la baja demanda de leña y el aumento en el uso

de combustibles fósiles parecen haber limitado la explotación de esos árboles. La distancia de transporte se ha convertido en la limitante más grande, ya que la recolección de leña a distancias mayores a 10 kilómetros se considera desventajosa (Anónimo, 1988).

Hasta la fecha, persiste un nivel de uso de los recursos naturales por parte de las comunidades indígenas, tanto en la elaboración de artesanías como en su aprovechamiento para alimento, vestido y material de construcción. Se utilizan el sauce (*Salix* spp.) y el junco (*Juncus* spp.) para la fabricación de canastos. El encino (*Quercus* spp.) y sauce sirven para la elaboración de arcos; mientras que las flechas se hacen con carrizo (*Phragmites communis*), huatamote (*Baccharis glutinosa*) y cachanilla (*Pluchea sericea*), con puntas de piedra o chamizo vara prieta (*Adenostoma fasciculatum*). El corazón de la palmilla (*Yucca schidgera*) se usa para hacer mieleras, mientras que la corteza de esta especie sirve para hacer sandalias. El maguey (*Agave* spp.) se aprovecha de diversas maneras: la flor y el tallo se usan como alimento, mientras que con su fibra se hacen redes para diferentes usos. Se hacen faldas con corteza de sauce. Entre los frutos, los que más se aprovechan son el piñón (*Pinus quadrifolia* y *P. monophylla*), la bellota (*Quercus* spp.), la jojoba (*Simmondsia chinensis*), la chia (*Salvia columbariae*), las tunas (*Opuntia* spp.), las pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*) y la pitaya agria (*Machaerocereus gummosus*). Las viviendas utilizan encino, piñón (*Pinus quadrifolia* principalmente) y huata (*Juniperus californica*) en los muros, y sotol (*Nolina* spp.) para los techos. Por otra parte, hay un extenso uso de las plantas para fines medicinales (Moisés Santos, Instituto de Culturas Nativas, com. per.).

Bosque Mixto de Coníferas

Las partes más altas de la Cordillera Peninsular están cubiertas por bosques mixtos de coníferas californianas. En la Sierra de Juárez, arriba de los 1,300 metros, crecen comunidades monotípicas de *Pinus jeffreyi* en los valles y en las orillas de la praderas. Los bosques se extienden desde 25 km al suroeste de Tecate hasta Arroyo Rincón, cerca de Santa Catarina, cubriendo una distancia de 60 km. Las comunidades más grandes están cerca de Laguna Hanson. Unas pocas colonias de *Calocedrus decurrens* crecen entre los pinos de las ciénegas cerca de Laguna Hanson y en la altiplanicie, 15 kilómetros al sur de la laguna. Los bosques en la Sierra de San Pedro Mártir, entre 1,500 y 2,000 metros, son también dominados por *P. jeffreyi*, con la mayoría de las comunidades creciendo en los valles. Arriba de los 2,100 metros se encuentran extensos bosques mixtos de coníferas que cubren los cerros y los valles, en forma similar a los bosques de las montañas costeras y la Sierra Nevada de California (para distribuciones detalladas, ver el otro artículo de Minnich y Franco, en este número).

Las vertientes con exposición al sur están cubiertas con *P. jeffreyi* mezclado con abeto blanco (*Abies concolor*) y pino dulce (*P. lambertiana*). Estas dos últimas especies son dominantes en las vertientes fuertes con exposición norte. El ciprés de montaña endémico, *Cupressus montana*, se junta con el bosque mixto de coníferas en las partes altas del acantilado oriental, desde Cerro Venado Blanco hasta el este de La Encantada, mientras que *P. contorta* es común cerca de las praderas y a lo largo de los arroyos en Vallecitos. El pino colorado, *Calocedrus decurrens*, prospera en los arroyos, especialmente en la vertiente oeste de la montaña. El alamillo, *Populus tremuloides*, se distribuye ampliamente en los sitios húmedos de la altiplanicie de la Sierra de San Pedro Mártir, arriba de 2,300 metros. El sotobosque tiene una rala cubierta de arbustos, dominada por *Arctostaphylos patula*, *A. pringlei*, *A. pungens*, *Ceanothus cordulatus*, *Quercus chrysolepis*, *Q. peninsularis*, *Artemisia tridentata*, *Salvia pachyphylla* y *Symphoricarpos parishii*. El bosque mixto de coníferas de la Sierra de San Pedro Mártir es único en México (Rzedowski 1978), ya que los rangos de todas las especies coníferas, con la excepción del abeto blanco, están limitados a Baja California norte. El abeto blanco se extiende hacia el sur desde las Montañas Rocallosas hasta la Sierra Madre Occidental en Durango (Martínez 1947).

Es probable que los incendios superficiales recurrentes sean la causa principal de los bosques abiertos de la SSPM. Los incendios habituales son de intensidad moderada, con una extensión de hasta 5,000 hectáreas y con intervalos entre incendios de aproximadamente 50 años. En los bosques mixtos de coníferas, algunos incendios pueden persistir por varias semanas o meses. Las comunidades están constituidas por mezclas heterogéneas de pinos jóvenes y viejos, con densidades de 50-150 individuos por hectárea, de un modo similar a lo descrito para California antes del control de incendios. Los datos obtenidos en cronosecuencias demuestran un reclutamiento gradual de renuevos entre incendios, pero la mayoría son eliminados selectivamente por los incendios, los cuales pueden alcanzar una altura de 5 a 15 metros. Aparentemente existe un balance entre la tasa de ingreso y la mortalidad en las clases mayores. La hipótesis de que los bosques de SSPM han permanecido sin cambios durante los últimos 100 años es apoyada por la similitud de nuestros datos de densidad y diámetro de troncos y los de D. K. Allen, 1888, así como por las fotografías históricas tomadas en 1906 por el Reconocimiento Biológico (Nelson 1921).

Por otro lado, la supresión de incendios en los bosques mixtos de coníferas en California durante el último siglo ha generado un rápido incremento en la frecuencia de incendios (eventos/área), así como en la densidad de las comunidades y la acumulación de combustibles en el sotobosque. Además, muchos bosques muestran un cambio de dominancia, de *Pinus ponderosa* o *Pinus jeffreyi* maduros hacia las clases juveniles de *Abies concolor* y *Calocedrus decurrens*. Por ejemplo, los datos del Recono-

cimiento Cartográfico de Vegetación Tipo Californiano 1929-34 dan densidades de 80-180 individuos por hectárea, lo cual está dentro del rango de densidades actuales en SSPM. Sin embargo, después de 60 años, los mismos sitios muestran un aumento de 100 a 200 individuos de diámetro mayor de 10 cm por hectárea, y la tasa de incremento es directamente proporcional a la media anual de precipitación (Minnich et al. 1995).

El régimen de incendios de incendios superficiales en parches ha cambiado a incendios extensos que reemplazan las comunidades. Esto se debe probablemente al aumento en la acumulación de combustible como resultado de la supresión de incendios, y a la formación de "escaleras de combustible" que le permiten al fuego alcanzar el dosel. Hay ejemplos recientes de grandes incendios de este tipo, como el del Parque Nacional de Yosemite y el del Bosque Nacional de Stanislaus en la Sierra Nevada, así como en las montañas costeras del sur de California (Weatherspoon et al., 1992). Muchos de estos incendios han superado las 100,000 hectáreas, mayores que cualquier incendio en la SSPM por un orden de magnitud. Atribuimos los grandes tamaños de los incendios en California al aumento en los intervalos entre incendios, lo que ha favorecido la acumulación de combustibles y la uniformidad en la estructura de los parches, al igual que en el chaparral californiano (Minnich 1983; Minnich y Chou 1997).

La baja densidad histórica de la población humana y la inaccesibilidad de los bosques de coníferas en Baja California han evitado la remoción significativa de madera durante los últimos dos siglos. En la Sierra Juárez, los bosques de pino fueron cortados durante el auge minero en Japú y El Alamo. La Compañía Internacional de Colonización construyó un camino desde El Alamo hasta el bosque en La Tableta (25 km al sur de Laguna Hanson) donde se edificó un aserradero de vapor con la intención de entregar "10,000 pies de madera . . . por día" a los campos mineros en El Alamo (Lower Californian, Agosto 1, 1889, Mayo 9, 1890). Sin embargo, el aserradero en "La Tableta" probablemente duró solamente los pocos años del auge del oro en El Alamo; y por lo tanto no tuvo un impacto persistente en el bosque de ese lugar. El Ejido Sierra Juárez estableció un aserradero de motor de gasolina en Arroyo del Sauz, 5 km al sur de Laguna Hanson en los treinta, y hubo una limitada explotación de pino Jeffrey, pero el aserradero cerró en los ochentas.

Los bosques de la Sierra de San Pedro Mártir prácticamente nunca han sido talados. Sin embargo, los intereses económicos externos ponen en peligro las formas locales de subsistencia. De manera particular, la presión ejercida sobre las compañías estadounidenses para cerrar sus operaciones en California, debido a la controversia sobre el hábitat del búho manchado, *Strix occidentalis*, las ha obligado a buscar en el sur nuevos sitios para talar. El periódico nacional La Jornada publicó que se le había otorgado a Diamond Mountain Resources, una compañía del Condado de Almanor, California, una concesión para

explotar los recursos biológicos de la Sierra de San Pedro Mártir. Los incentivos económicos favorecen el corte del máximo número posible de árboles, lo que tendría el efecto de revertir la dinámica normal del bosque, al favorecer el reclutamiento de árboles jóvenes. Pero este reclutamiento no asegura la recuperación del bosque, porque la abundancia y pequeña estatura de los renuevos y árboles jóvenes aumenta el potencial para los incendios de reemplazo de comunidades. No tiene sentido decir que la supresión de incendios protege al bosque reduciendo la ocurrencia de los incendios. En los bosques mixtos de coníferas californianas se tiene que reconocer que un árbol maduro es un pequeño residuo de la eliminación selectiva, por medio del fuego, de cientos y posiblemente miles de individuos jóvenes. Es indudable que el uso sustentable de los bosques requiere una consideración cuidadosa de los procedimientos apropiados para la tala.

Conclusión

El antiguo aislamiento de Baja California norte ha sido modificado drásticamente por el desarrollo económico. El crecimiento urbano y agrícola se concentraba anteriormente en el Valle de Mexicali y las ciudades fronterizas. La apertura de la Carretera Transpeninsular y la Carretera 3 de Ensenada a San Felipe durante los años setenta propiciaron un rápido desarrollo agrícola y el establecimiento de ejidos y pueblos sobre la planicie costera de San Quintín y el Valle de San Telmo. También se construyeron caminos secundarios hacia la Sierra de Juárez y al Observatorio Nacional en la Sierra de San Pedro Mártir.

El aumento en la accesibilidad de la región presenta tanto riesgos como oportunidades. Uno de los riesgos es la posibilidad de que se introduzcan los sistemas de manejo de los países industrializados, tales como la supresión de incendios, lo cual pudiera generar cambios irreversibles que hagan a los ecosistemas de Baja California indistinguibles de los de la Alta California.

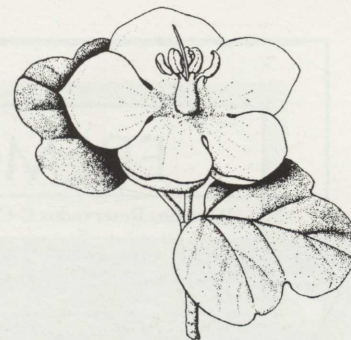
El mantenimiento y restauración de los ecosistemas demanda tener conocimiento del pasado. El futuro manejo del suelo en Baja California debe considerar críticamente el estado de "buen manejo" que guardan los ecosistemas del norte de la península: la fragmentación de los matorrales debido a los incendios pequeños y los bosques abiertos de coníferas, resistentes a los incendios catastróficos. Algunas partes de la Baja California son una reminiscencia de los paisajes californianos del siglo XIX, con los cuales se pueden comparar los sistemas de manejo. La parte norte de la península pudiera ser un "muestuario" de ecosistemas funcionando bajo los disturbios naturales y los sistemas tradicionales de manejo, para efectos de comparación con ecosistemas templados similares en la Alta California. La región es un extraordinario recurso para la investigación ecológica.

Literatura Citada

- Anónimo. 1988. Análisis de la estructura de consumo de energía en el medio rural de la península de Baja California. Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal—Comisión de las Comunidades Europeas. México, D.F.
- Bahre, C.J. 1991. Legacy of change: Historic human impact on vegetation of the Arizona borderlands. University of Arizona Press, Tucson. 231 pp.
- Borchart, M. 1985. Serotiny and cone-habit variation in populations of *Pinus coulteri* (Pinaceae) in the southern coast ranges of California. *Madroño* 32:29-49.
- Bolton, H.E. 1927. Fray Juan Crespi: missionary explorer on the Pacific Coast, 1769-1774. University of California Press, Berkeley.
- Chaput, D., W.M. Mason, y D.Z. Loperena. 1992. Modest fortunes: Mining in northern Baja California. Natural History Museum of Los Angeles County. 245 pp.
- Gentry, H.C. 1949. Land plants collected by the Valero III, Allan Hancock Pacific Expeditions 1937-41. University of Southern California Press, Los Angeles, 245 pp.
- Griffin, J.R. y W.B. Critchfield. 1976. The distribution of forest trees in California. USDA Forest Service Research Paper PSW-82. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station, Berkeley, CA.
- Hanes, T.L. 1988. Chaparral. Pp. 417-469. En: Terrestrial vegetation of California (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society.
- Heady, H.F. 1988. Valley grassland. pp. 491-514. En: Terrestrial vegetation of California (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society.
- Henderson, D.A. 1964. Agriculture and stock raising in Baja California. Ph.D. dissertation. University of California, Los Angeles.
- Huenneke, L.F., y H.A. Mooney (eds.). 1989. Grassland structure and function: California annual grassland. Dordrecht Series: Tasks for vegetation science, Volumen 20. Dordrecht, Boston.
- Humphrey, R.R. 1987. 90 Years and 535 Miles: Vegetation changes along the Mexican Border. University of New Mexico Press, Albuquerque. 449 pp.
- Lockmann, R.F. 1981. Guarding the forest of southern California: Evolving attitudes toward conservation of watershed, woodlands, and wilderness. Arthur H. Clark Company, Glendale, CA.
- Martínez, M. 1947. Baja California: Reseña Histórica del Territorio y de su Flora. Ediciones Botas. México, D.F.
- Meigs, P. 1935. The Dominican mission frontier of Lower California. University of California Publications in Geography 7:1-232.
- Meigs, P. 1939. The Kiliwa Indians of Lower California. Ibero-Americana Vol 15.
- Minnich, R.A. 1982. *Pseudotsuga macrocarpa* in Baja California? *Madroño* 29:22-31.
- Minnich, R.A. 1983. Fire mosaics in southern California and northern Baja California. *Science* 219:1287-1294.
- Minnich, R.A. 1987. The distribution of forest trees in northern Baja California. *Madroño* 34:98-127.
- Minnich, R.A. 1988. The biogeography of fire in the San Bernardino Mountains of California: A historical survey. University of California Publications in Geography 28:1-121.
- Minnich, R.A., y C.J. Bahre. 1995. Wildland fire and chaparral succession along the California-Baja California boundary. *International Journal of Wildland Fire* 5:13-24.
- Minnich, R.A., M.G. Barbour, J. Burk, y R. Fernoe. 1995. Sixty years of change in conifer forest of the San Bernardino Mountains, California. *Conservation Biology* 9:902-914.
- Minnich, R.A. y Y.H. Chou. 1997. Wildland firepatch dynamics in the chaparral of southern California and northern Baja California. *Journal of Wildland Fire* 7:221-248.
- Mooney, H.A. 1988. Southern coastal scrub. pp. 472-487. En: M.G. Barbour y W.D. Billings (eds.), North American terrestrial vegetation. Cambridge University Press, New York. 1002 pp.
- Moran, R. 1977. Plant notes from the Sierra Juárez of Baja California, Mexico. *Phytologia* 35:205-214.
- Nelson, E.W. 1921. Lower California and its natural resources. *Memoirs of the National Academy of Sciences* 16:1-194.
- Orcutt, C.R. 1883. *Washingtonia* at Valle las Palmas. *Bulletin Torrey Club* 10:81.
- Orcutt, C.R. 1886a. A botanical trip. *The West American Scientist* 2:54-58.
- Orcutt, C.R. 1886b. Northern Lower California. *The West American Scientist* 2:37-41.
- Parry, C.C. 1859. Part I., Botany of the boundary, Introduction. En: Report on the United States and Mexican Boundary Survey, Vol II (bajo la dirección de W.H. Emory). XXXIV Congreso, Primera Sesión, House of Representatives. Washington, D.C.
- Peinado, M., C. Bartolome, J. Delgadillo, y I. Aguado. 1994. Pisos de vegetación de la Sierra de San Pedro Mártir, Baja California, México. *Acta Botánica* 29:1-30.
- Peinado, M., F. Alcaraz, J.L. Aguirre, J. Delgadillo, y I. Aguado. 1995. Shrubland formations and associations in medi-terranean-desert transitional zones of northwestern Baja California. *Vegetatio* 117:165-179.
- Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limuse. Mexico, D.F. 432 pp.
- Thorne, R.F. 1988. Montane and subalpine forests of the Transverse and Peninsular Ranges. pp. 537-557. En: Terrestrial Vegetation of California (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society. 1002 pp.
- Tibesar, A. 1955. Writings of Junipero Serra. Academy of American Franciscan History. Washington, D.C.
- Vale, T.R. 1979. *Pinus coulteri* and wildfire on Mount Diablo, California. *Madroño* 26:135-139.
- Vogl, R.J., W.P. Armstrong, K.L. White, y K.L. Cole. 1988. The closed-cone pines and cypresses. pp. 295-357. En: Terrestrial Vegetation of California (M.G. Barbour y J. Major, eds.). California Botanical Society. 1002 p.
- Wangler, M., y R.A. Minnich. 1996. Fire and fire succession of *Pinus monophylla* woodland in the San Bernardino Mountains, California. *Madroño* 43:493-514.
- Weatherspoon, C.P., S.J. Husari, y J.W. van Wagtenonk. 1992. Fire and fuels management in relation to owl habitat in forests of the Sierra Nevada and southern California. pp. 247-260. En: The California spotted owl: A technical assessment of its current status. (J. Verner, K.S. McKelvey, B.R. Noon, R.J. Gutiérrez, G.I. Gould, y T.W. Beck, (coordinadores técnicos). USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-133.
- Wester, L. 1981. Composition of native grasslands in the San Joaquin Valley, California. *Madroño* 28:231-241.
- Wiggins, I.L. 1980. Flora of Baja California. Stanford University Press. 1025 pp.

FREMONTIA

Revista de la Sociedad de las Plantas Nativas de California



VEGETACIÓN DE BAJA CALIFORNIA

FREMONTIA

Derechos Reservados © California Native Plant Society

Phyllis M. Faber, Editora • Laurence J. Hyman, Director Artístico
Beth Hansen, Diseñador • Robert Ornduff, Asesor Editorial

Sociedad de las Plantas Nativas de California

Dedicada a la Preservación de la Flora Nativa de California

La Sociedad de las Plantas Nativas de California es una organización de legos y profesionales unidos por un interés en las plantas de California. Está abierta a todos. Sus propósitos principales son preservar la flora nativa y contribuir al conocimiento de los miembros y del público en general. Para cumplir esas metas realizamos diferentes actividades: monitoreo de plantas raras y amenazadas en el estado; acciones para salvar áreas en peligro a través de publicidad, persuasión y, en ocasiones, acción legal; proporcionando testimonio de expertos ante las dependencias de gobierno; brindando apoyo financiero y de otros tipos para el establecimiento de áreas de protección de flora. Una gran parte del trabajo de la Sociedad es hecho por voluntarios.

INDICE

Prologo 3

La Vegetación Mediterránea de Baja California (Julio 1997) 4

Richard A. Minnich y Ernesto Franco Vizcaíno

La Vegetación del Noroeste de Baja California (Abril 1997) 16

Thomas A. Oberbauer

La Sierra de San Pedro Mártir (Octubre 1997) 23

Thomas A. Oberbauer

La Protección de la Vegetación y los Regímenes de Incendios de la Sierra de San Pedro Mártir en Baja California (Julio 1997) 28

Richard A. Minnich y Ernesto Franco-Vizcaíno

Las Islas del Pacífico, Joyas de Baja California (Abril 1997) 39

Thomas A. Oberbauer

La Isla de Guadalupe y su Flora (Julio 1998) 42

Reid Moran

Notas y comentarios 52

Reseña de Libros 55

EDITORIAL

Es un placer presentar esta edición especial en español de Fremontia, la revista de la Sociedad de Plantas Nativas de California, una organización no lucrativa de California. Nuestra misión es preservar la singular flora de California en su hábitat natural, labor que realizamos a través de educación para el público (viajes de campo, publicaciones y conferencias gratuitas), proporcionando información científica sobre el status de algunas especies notables y de distintos tipos de vegetación; y a través de participación activa en los procesos legislativos y regulatorios en California. Este número es un esfuerzo conjunto de la Sociedad de Plantas Nativas de California, Pro Esteros y Bosques de las Californias. Estas últimas son dos organizaciones civiles binacionales California-Baja California. La misión de Bosques de las Californias es la conservación y el uso sustentable de los bosques del sur de California y el norte de Baja California, a través de la aplicación de los resultados de la investigación científica al manejo de los ecosistemas. La misión de Pro Esteros es proteger los humedales de Baja California, donde trabajamos en las comunidades para educar e informar al público del valor de sus humedales. Pro Esteros celebró recientemente su décimo aniversario, y estamos encantados de empezar nuestra segunda década con este volumen conjunto.

En este número aparecen varios artículos publicados previamente en Fremontia en inglés sobre diferentes aspectos de la flora de Baja California. Estos artículos son trabajos académicos pero están escritos para un público amplio, como lo es la audiencia de Fremontia, que incluye botánicos profesionales y aficionados, estudiantes de diferentes niveles y empleados de oficinas públicas. Hemos conservado varias características de un número típico de Fremontia, como la combinación de textos y fotografías en el formato, la sección de cartas al editor en las que se expresan distintos puntos de vista, y una sección de reseña de libros. A menudo tenemos una pequeña sección de anuncios clasificados, que hemos eliminado por no ser relevante para la audiencia de Baja California.

Agradecemos especialmente a Ernesto Franco, del CICESE en Ensenada y de la Universidad Estatal de California en Monterey Bay y a Celerino Montes, de Bosques de las Californias, quienes tradujeron, como una cortesía para este proyecto, todos los artículos con un gran cuidado y precisión. Agradecemos también a la Fundación Packard, que proporcionó el financiamiento para hacer posible el proyecto. Reconocemos la visión y apoyo que brinda la Fundación a los proyectos conjuntos que buscan crear un mejor ambiente.

Esperamos que este número sea de interés tanto para la comunidad científica como para el público no especializado en Baja California y que haya más proyectos cooperativos en el futuro. Los recursos naturales no reconocen fronteras políticas, están sujetos a presión en ambos lados de la frontera y requieren de nuestros esfuerzos compartidos.

Phyllis M. Faber, Editora

LA CUBIERTA: La ocurrencia de incendios naturales en el sur de la Sierra de San Pedro Mártir ha creado un mosaico de parches en el paisaje. Fotografía de Richard A. Minnich.

Sociedad de las Plantas Nativas de California

MEMBRESÍAS

Las cuotas incluyen la suscripción a *Fremontia* y al *Boletín*.

Vitalicio	\$1,000*	Apoyo	\$75
Benefactor	\$500	Familiar, Grupal, Internacional	\$45
Patrocinador	\$250	Individual o Biblioteca	\$35
Amante de las Plantas . \$100		Estudiante/Jubilado/Ingreso Limitado . \$20	

*Las cantidades están en dólares estadounidenses.

DIRECCIONES

Membresías; Cambios de Domicilio; Directivos; Información

General: CNPS, 1722 J Street, Suite 17, Sacramento, CA 95814.

Tel: (916) 447-CNPS(2677) Fax: (916) 447-2727

Director Ejecutivo: Allen Barnes, abarnes@cnps.org

Fremontia (Editora): Phyllis M. Faber, 212 Del Casa Drive, Mill Valley, CA 94941. Tel. y Fax: (415) 388-6002; pmfaber@aol.com

Fremontia (Publicidad): Sue Hossfeld, 400 Deer Valley Road, #4P, San Rafael, CA 94903. (415) 507-1667

Boletín: Joyce Hawley, 631 Albemarle Street, El Cerrito, CA 94530. Hogar: (510) 524-5485; Fax: (510) 527-4858

Botánico en Plantas Raras: David Tibor, 1722 J St., Suite 17, Sacramento, CA 95814. (916) 324-3816 or (916) 447-2677, dtibor@cnps.org

Enlace con Earth Share: Halli Mason, 4728 Rosita Place, Tarzana, CA 91356. (818) 345-6749

Asesor Legal: Sandy McCoy. (510) 644-3431; email: wbmccoy@earthlink.net

www.calpoly.edu or dchippin/cnps_main.html



California Native Plant Society
1722 J St., Suite 17
Sacramento, CA 95814
Address Service Requested

NOTAS SOBRE LOS COLABORADORES

Horacio de la Cueva es profesor-investigador en el Departamento de Ecología del Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada (CICESE). Apartado Postal 2732, Ensenada, B.C. 22800. cuevas@cicese.mx

Ileana Espejel es profesora-investigadora en la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Baja California. Apartado Postal 1653, Ensenada, B.C. 22800. ileana@faro.ens.uabc.mx

Ernesto Franco-Vizcaíno es investigador del Departamento de Ecología, CICESE y profesor adjunto en el Instituto de Ciencia y Política del Sistema Tierra de la Universidad Estatal de California, Monterey Bay. 100 Campus Center, Seaside, CA 93955. ernesto_franco@monterey.edu

Richard Minnich es profesor e investigador del Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de California, Riverside. Ha estudiado la ecología de incendios en Baja California durante muchos años. University of California, Department of Earth Sciences, Riverside, CA 92521. minnich@mail.ucr.edu

Reid Moran es Curador Emérito de botánica en el Museo de Historia Natural de San Diego y miembro de la Sociedad de Plantas Nativas de California. 2316 Valley West Drive, Santa Rosa, CA 95401

Tom Oberbauer trabaja en el Departamento de Planeación del Condado de San Diego y es un colaborador frecuente de *Fremontia*. 3437 Trumbull Street, San Diego, CA 92106

Celerino Montes es colaborador de Bosques de las Californias, Asociación Civil. Apartado Postal 175, Ensenada, B.C. 22800. cmontes@cicese.mx

Nonprofit Org.
U.S. Postage
PAID
Oakland, CA
Permit # 3729